



19 BUNDESREPUBLIK

## DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

## PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 40 987 A 1**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 04 D 29/32**  
F 01 P 5/02

DE 4140987 A1

⑦) Anmelder:

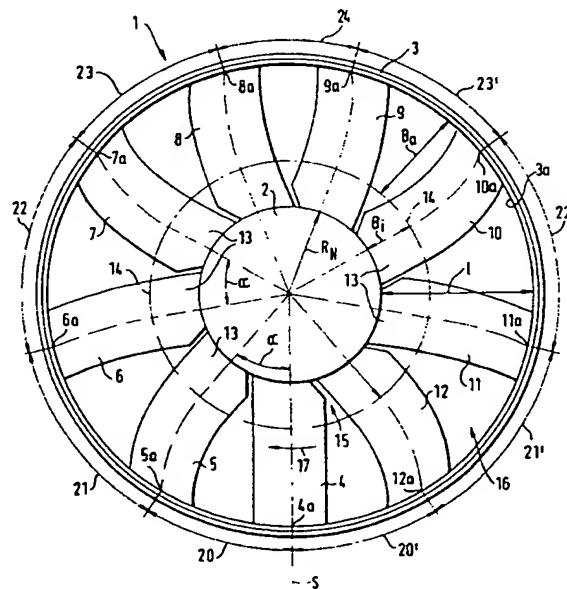
74 Vertreter:

72) Erfinder:

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

## ⑤4) Axiallüfter

57 Es wird ein Laufrad für den Lüfter eines Kraftfahrzeugmotors beschrieben, bei dem die Schaufeln in dem an die Nabe (2) angrenzenden inneren Radialbereich (15) gleich ausgebildet und gleichmäßig auf dem Umfang der Nabe verteilt sind, während sie in einem äußeren Radialbereich (16), der etwa in einem Radialabstand von einem Drittel der Schaufellänge (1) von der Nabe aus anfängt, asymmetrisch und mit ungleicher Teilung angeordnet sind. Diese Ausgestaltung ergibt eine hohe Lüfterleistung, vermeidet aber unerwünschten Drehklang.



DE 4140987 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Axiallüfter, insbesondere für Kühler von Kraftfahrzeugmotoren, mit einem Lauf-  
rad mit mehreren asymmetrisch angeordneten Lüfterschaufeln.

Es ist bekannt, daß Axiallüfter der eingangs genannten Art Drehklangspitzen aufweisen, die durch das Zusammenwirken der rotierenden Lüfterschaufeln mit an der Zu- und/oder Abströmseite angeordneten, als Störkörper wirkenden Streben zur Lagerung der Nabe oder Riemscheiben hervorgerufen werden. Es ist bekannt (R.C. Mellin und G. Sovran, *Journal of Basic Engineering*, März 1970, S. 143 bis 154), daß man diesen Drehklang durch eine asymmetrische Anordnung, d. h. durch eine ungleiche Verteilung der Schaufelblätter über den Umfang vermeiden kann. Ein Nachteil einer solchen unsymmetrischen Schaufelteilung ist es, daß die Anzahl der Schaufeln verringert werden muß (z. B. auf sieben anstelle von neun Schaufeln), wenn eine Schaufelüberdeckung vermieden werden soll. Die Luft- bzw. Kühlleistung wird dadurch deutlich verschlechtert.

Es ist zwar auch ein Lauf-  
rad für einen Axiallüfter bekannt (DE 38 32 026 A1), bei dem man subjektiv störende Geräusche dadurch vermieden hat, daß zwischen zwei einander benachbarten Flügeln gleicher Gestalt ein Flügel mit einer von dieser abweichenden Gestalt angeordnet wird. Ein Beispiel sieht dabei drei Schaufelgruppen mit jeweils drei unter einem Winkel von 120° zueinander versetzten Schaufeln gleicher Gestalt vor, deren einzelne Schaufeln jeweils in Umfangsrichtung nebeneinander so angeordnet sind, daß sie auf dem Umfang der Nabe in etwa gleichmäßig verteilt sind. Der jeweilige Schaufelfuß allerdings besitzt jeweils eine unterschiedliche Länge in Umfangsrichtung. Es hat sich gezeigt, daß man mit einer solchen Laufradausbildung die Frequenz des Drehganges zwar erniedrigen, den Drehklang selbst aber nicht beseitigen kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Axiallüfter der eingangs genannten Art so auszubilden, daß durch asymmetrische Teilung der bekannte Effekt der Beseitigung des Drehklanges erreichbar ist, ohne daß jedoch die Kühlleistung verringert zu werden braucht.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird bei einem Axiallüfter der eingangs genannten Art vorgesehen, daß die asymmetrische Schaufelanordnung erst in einem äußeren Radialbereich der Schaufeln vorgesehen ist, während in dem an die Nabe anschließenden inneren Radialbereich, der besonders vorteilhaft eine Breite von etwa einem Drittel der radialen Länge der Schaufeln besitzen kann, eine radialsymmetrische Schaufelanordnung mit gleicher Teilung und gleicher Schaufelausbildung vorliegt. Diese Ausgestaltung geht dabei von der Erkenntnis aus, daß es ausreichend ist, die asymmetrische Ausgestaltung auf den äußeren Bereich des Laufwerkes zu verlegen und sie nach den an sich bekannten Kriterien zu gestalten, im inneren Radialbereich aber die Ausgestaltung so zu belassen, wie bei radialsymmetrisch aufgebauten Laufrädern üblicher Bauart der Fall ist, bei der alle Schaufeln gleichmäßig auf dem Umfang verteilt und auch gleich ausgebildet sind.

Durch diese Maßnahme braucht die Anzahl der einzusetzenden Schaufeln nicht verringert zu werden, so daß die Kühlleistung hoch bleiben kann. Dennoch reicht überraschenderweise die asymmetrische Ausgestaltung nur im äußeren Radialbereich aus, um den unerwünschten Drehklang zu unterbinden.

Nach den Merkmalen des Anspruches 3 ergibt sich eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung dann, wenn der Winkelabstand der Mitte der äußersten Schaufelenden zu der Mitte von benachbarten Schaufeln jeweils unterschiedlich ist. Die Teilung im äußeren Bereich ändert sich durch diese Ausgestaltung von Schaufel zu Schaufel. Nach den Merkmalen des Anspruches 4 können die Schaufeln im äußeren Bereich jeweils unterschiedlich ausgebildet sein, so daß in diesem äußeren Radialbereich auch die Schaufelform von Schaufel zu Schaufel unterschiedlich ist. Es hat sich gezeigt, daß durch diese Maßnahmen in besonders vorteilhafter Weise der unerwünschte Drehklang beseitigt werden kann.

In Weiterbildung der Erfindung wird bei einem Axiallüfter mit unterschiedlich gekrümmten Schaufeln jeweils ein Paar von entgegen der Laufrichtung gekrümmten Schaufeln mit einem Paar abwechselnd angeordnet, das in der Laufrichtung gekrümmte Schaufeln aufweist. Nach Anspruch 6 kann in Weiterbildung zwischen zwei entgegengesetzt zueinander gekrümmten Schaufelpaaren eine ausschließlich radial verlaufende Schaufel angeordnet sein, wie dies im Anspruch 6 zum Ausdruck kommt und schließlich ist es nach den Merkmalen des Anspruches 7, z. B. bei einem Lauf-  
rad mit vier gekrümmten Schaufelpaaren und mit einer radial verlaufenden Schaufel, vorteilhaft, die Mittelebene der radial verlaufenden Schaufel im wesentlichen als eine Symmetrieebene für die gesamte Schaufelanordnung und -ausbildung im äußeren Radialbereich auszubilden. Diese im Anspruch 7 umrissenen Merkmale bringen den Vorteil mit sich, daß das Lauf-  
rad keine Unwuchten aufweist.

Die Erfindung ist in der Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispieles dargestellt. Das einzige Ausführungsbeispiel zeigt dabei ein Lauf-  
rad für einen Axiallüfter in der Durchströmrichtung gesehen.

Dieses Lauf-  
rad (1) besteht aus einer zentralen Nabe (2) und einem diese Nabe konzentrisch umgebenden Außenring (3), und es erstrecken sich zwischen Außenring (3) und Nabe (2) neun Lüfterschaufeln (4 bis 12). Alle diese Lüfterschaufeln (4 bis 12) besitzen einen identisch ausgebildeten Schaufelfuß (13), der jeweils bis zu der strichpunktiert gezeigten Kreislinie (14) verläuft. Der äußere Umfang der Nabe (2) und diese Kreislinie (14) grenzen dabei einen inneren Radialbereich (15) ab, der einen Ring mit der Breite  $B_1$  bildet. Diese Breite  $B_1$  entspricht etwa einem Drittel der Länge  $l$  der Schaufeln (4 bis 12), wobei diese Länge  $l$  radial zwischen dem Umfang der Nabe (2) und dem inneren Umfang (3a) des Außenringes (3) gemessen ist. In dem Bereich zwischen dem inneren Umfang (3a) des Außenringes (3) und der strichpunktierten Kreislinie (14) wird daher ein äußerer Radialbereich (16) des Laufrades (1) gebildet, der ebenfalls in der Draufsicht einen Ring bildet, dessen Breite  $B_2$  beträgt.

Alle Schaufelfüße (13) der Schaufeln (4 bis 12), die wie bereits erwähnt untereinander identisch sind, sind gleichmäßig auf dem Umfang der Nabe (2) verteilt angeordnet, so daß bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel mit neun Schaufeln (4 bis 12) jeder gleiche Punkt des Schaufelfußes an der Nabenoberfläche, z. B. also auch die jeweils angedeutete Mitte der Schaufeln (4 bis 12) von dem zugeordneten benachbarten Punkt bzw. von der benachbarten Mitte der angrenzenden Schaufel um einen Winkelabstand zueinander versetzt sind, der sich aus jeweils dem gleichen Winkel  $\alpha$  von 40° ergibt. In dem radial inneren Bereich (15), der an die Nabe (2)

angrenzt, ist daher die Ausgestaltung der Schaufeln ausgelegt wie bei einem radialsymmetrisch aufgebauten Lüfterrad.

Im äußeren Radialbereich (16) dagegen weicht sowohl die Form der einzelnen Schaufeln (4 bis 12) als auch deren Teilung gegenüber dem Außenring (3) voneinander ab. Beim Ausführungsbeispiel ist allerdings die Ausgestaltung so vorgenommen worden, daß in dem äußeren Radialbereich (16) eine Anordnung und Ausbildung der Schaufeln (4 bis 12) vorgenommen ist, die symmetrisch zu der Ebene S ist, welche mit der Mittelachse und der Mittelebene durch die Schaufel (4) zusammenfällt, die ausschließlich radial verläuft. Die in der Drehrichtung (17) an die radial verlaufende Schaufel (4) angrenzende Schaufel (5) ist entgegen der Drehrichtung (17) sichelförmig nach hinten gekrümmmt. Entsprechend ist die zu ihr symmetrische Schaufel (12) sichelförmig in der Drehrichtung (17) nach vorne gekrümmmt. Der die Schaufel (5) in der Drehrichtung (17) angrenzende Schaufel (6) ist ebenfalls noch entgegen der Drehrichtung (17) gekrümmmt. Die Krümmung ist allerdings wesentlich flacher als jene der Schaufel (5). Entsprechend ist auch die Krümmung der Schaufel (11), die symmetrisch zu der Schaufel (6) ist, und in der Drehrichtung verläuft, schwächer als die Krümmung der Schaufel (12).

Die an die Schaufel (6) in der Drehrichtung angrenzende Schaufel (7) ist in der Drehrichtung sichelförmig gekrümmmt, und zwar mehr als die ihr in der Drehrichtung benachbarte Schaufel (8). Symmetrisch zu den Schaufeln (7 und 8) sind wieder die Schaufeln (9 und 10) ausgebildet, die daher entgegen der Drehrichtung sichelförmig gekrümmmt sind, wobei die Rückwärtskrümmung der Schaufel (9) wieder kleiner ist als jene der Schaufel (10).

Diese Ausgestaltung führt dazu, daß der Winkelabstand zwischen den Enden der Schaufeln (4 bis 12), beim Ausführungsbeispiel gemessen am inneren Umfang (3a) des Außenringes (3) unterschiedlich ist, und zwar von Schaufel zu Schaufel. So beträgt der Winkelabstand (20) zwischen der Mitte (4a) der Schaufel (4) und der Mitte (5a) der benachbarten Schaufel (5) beim Ausführungsbeispiel 32,3°, während der Abstand (21) zwischen der Mitte (5a) der Schaufel (5) und der Mitte (6a) der in Drehrichtung benachbarten Schaufel (6) 44,4° beträgt. Der Abstand (22) zwischen der Mitte (6a) der Schaufel (6) und der ihr in der Drehrichtung benachbarten Schaufel (7) beträgt 51,1° und es folgt dann zwischen der Mitte (7a) der Schaufel (7) und der Mitte (8a) der Schaufel (8) ein Winkelabstand (23) von 37°. Die Mitten (8a bzw. 9a) der Schaufeln (8 und 9) liegen um einen Winkelabstand (24) von 30,6° auseinander und es folgt dann zwischen den Mitten der Schaufeln (9 und 10) wieder ein Winkelabstand (23') von 37°. Der Winkelabstand (22') zwischen der Mitte (10a) der Schaufel (10) und der Mitte (11a) der ihr in der Drehrichtung benachbarten Schaufel (11) ist nun allerdings nicht exakt dem Abstand (22) entsprechend gewählt, sondern nur mit 50,9° und der Abstand (21') beträgt auch nicht exakt das gleiche wie der Abstand (21), sondern ist etwas größer mit 44,7° gewählt. Auch der Abstand (20') beträgt nur 32,1° im Gegensatz zu 32,3° des Abstandes (20). Trotzdem bleibt die Ebene S im wesentlichen die Symmetrieebene für das Laufrad (1), das dadurch auch keine Unwuchten aufweist und neben einer großen Luftleistung auch so ausgelegt ist, daß ein störender Drehklang vermieden wird.

Selbstverständlich können die Winkelabstände (20 bis 24, 20' bis 23') auch variiert werden. Der symmetrische Aufbau ist auch nicht in jedem Fall notwendig. Maßge-

bend ist, daß eine vollkommen symmetrische Anordnung und Ausbildung der Schaufelfüße (13) gewählt wird und die asymmetrische Anordnung zum Zweck der Unterbindung des Drehklanges, die an sich bekannt ist, nur in dem äußeren Radialbereich (16) hereingelegt wird.

#### Patentansprüche

1. Axiallüfter, insbesondere für Kühler von Kraftfahrzeugmotoren, mit einem Laufrad (1) mit einer Nabe (2) und mit mehreren asymmetrisch angeordneten Lüfterschaufeln (4 bis 12), dadurch gekennzeichnet, daß die asymmetrische Schaufelanordnung mit ungleicher Teilung nur in einem äußeren Radialbereich (16) der Schaufeln (4 bis 12) vorgesehen ist, während in dem an die Nabe (2) anschließenden inneren Radialbereich (15) eine radialsymmetrische Schaufelanordnung mit gleicher Teilung und gleicher Schaufelausbildung vorliegt.
2. Axiallüfter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Radialbereich (15) eine Breite  $B_i$  von etwa einem Drittel der radialen Länge  $L$  der Schaufeln (4 bis 12) aufweist.
3. Axiallüfter nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkelabstand (20 bis 24) der Mitten (4a bis 12a) der äußersten Schaufelenden zu der Mitte von benachbarten Schaufeln jeweils unterschiedlich ist.
4. Axiallüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaufeln im äußeren Radialbereich (16) jeweils unterschiedlich ausgebildet sind.
5. Axiallüfter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Paar von entgegen der Laufrichtung (17) gekrümmten Schaufeln (5, 6) mit einem Paar in der Laufrichtung (17) gekrümmter Schaufeln (7, 8) abwechseln.
6. Axiallüfter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zwei entgegengesetzt zueinander gekrümmten Schaufelpaaren (5, 6, bzw. 11, 12) eine ausschließlich radial verlaufende Schaufel (4) angeordnet ist.
7. Axiallüfter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelebene S der radial verlaufenden Schaufel (4) im wesentlichen eine Symmetrieebene für die Schaufelanordnung und -ausbildung im äußeren Radialbereich (16) bildet.
8. Axiallüfter nach Anspruch 1 oder einem der übrigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Enden der Lüfterschaufeln (4 bis 12) an einem mitlaufenden Außenring (3) befestigt sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

